ÜBER DEN

FETTSCHWEISS DER SCHAFWOLLE

IN CHEMISCHER UND TECHNISCHER BEZIEHUNG.

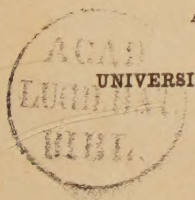
INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

AN DER

UNIVERSITÄT GÖTTINGEN



VON

FRITZ HARTMANN

AUS HANNOVER.

GÖTTINGEN,

DRUCK DER UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI VON E. A. HUTH.

1868.

Die Schafwolle wird entweder in einem rohen, ungewaschenen oder in einem halbgewaschenen Zustande von den Producenten auf den Markt gebracht. Die halbgewaschene Wolle ist von Thieren geschoren, welche vor der Schur mit kaltem Wasser gewaschen wurden; diese Wolle ist, wie man in der Kunstsprache sagt, auf dem Rücken gewaschen. Von Thieren, welche man vor der Schur nicht gewaschen hat, gewinnt man die rohe oder „schweissige" Wolle. Diese enthält durchschnittlich nur 30% reines Wollhaar und 70% fremde Bestandtheile. Bei der auf dem Rücken gewaschenen Wolle ist ein Theil dieser fremden Bestandtheile entfernt; sie enthält davon jedoch noch 25—30%.

Die fremden Bestandtheile der Wolle sind einestheils Substanzen, welche der Wolle, während sie auf dem Schafe war, von aussen her zugeführt wurden, wie Sand, Staub, Futterreste, Düngertheile, ferner Zersetzungsproducte des Stallmistes, wie Ammoniaksalze, etc., anderentheils Substanzen, welche das Thier selbst erzeugte. Letztere sind:

1. Schweiss, welcher durch die Schweissdrüsen abgesondert wurde und grösstentheils in kaltem Wasser löslich ist.
2. Fett, ein Elaborat der Talgdrüsen, welche zu beiden Seiten eines jeden Haarbalges liegen.
3. eine nicht unbedeutende Menge abgestossener Oberhaut- und Woll-Partikelchen.

Dies Gemenge von Schweiss und Fett hat man mit dem ganz passenden Namen „Fettschweiss" bezeichnet. Ehe nun die Wolle verarbeitet werden kann, muss sie von den frem-

den Bestandtheilen befreit werden. Dies geschieht, sei die Wolle auf dem Rücken bereits gewaschen oder nicht, durch die sogenannte „Fabrikwäsche“, eine Wäsche, welche in den Fabriken in neuerer Zeit meist mit sinnreichen, sehr leistungsfähigen Maschinen geschieht. Der dabei stattfindende Waschverlust *), bestimmt den reellen Werth der Wolle. Nun geschieht der Kauf der Wolle in der Regel zu einem Preise für halbgewaschene, resp. ungewaschene Wolle. Man schätzt den Waschverlust nach Gefühl und Augenmass und etwa vorliegenden Erfahrungen ab, wobei wenige Procente, zu hoch oder zu niedrig gegriffen, bei dem hohen Werthe der Wolle schon beträchtliche Zahlen geben. Durch den ihnen entsprechenden Waschverlust ziehen die fremden Bestandtheile der Wolle daher zuerst in ihrer Gesammtgewichtsmenge die grösste Aufmerksamkeit des Producenten, sowie des Consumenten der Wolle auf sich. Sodann erwecken auch die Mengen und chemische Zusammensetzung der einzelnen fremden Bestandtheile Interesse.

Chevreul (nach Rohde's Angaben: Eldenaer Archiv f. 1857 S. 88; Dingler's polyt. Journal f. 1857) fand in roher Merinowolle, welche bei 100° C. getrocknet war:

Erdige Substanzen, welche sich aus dem destillirten Wasser absetzten, worin man die Wolle wusch	26,06
Wollschweiss, in kaltem Wasser löslich .	32,74
Eigenthümliche Fette	8,57
Erdige Substanzen, auf der Wolle durch das Fett befestigt	1,40
Eigentliche Wolle	31,23
	100

*) Welcher sowohl bei der ungewaschenen als halbgewaschenen Wolle je nach Art und Lebensweise der Schafe erheblichen Schwankungen unterworfen ist.

Es geht daraus hervor, dass der Fettschweiss in der Regel die Hauptmenge der fremden Bestandtheile der Wolle ausmacht.

Die Kenntniss der einzelnen Bestandtheile des Fettschweisses ist in mehrfacher Richtung von hohem Interesse. Der Landwirth wird ihnen vorzugsweise in physiologischer Hinsicht seine Aufmerksamkeit schenken, indem der Fettschweiss in einem Verhältniss zu der Abstammung und Lebensweise der Schafe steht. Der Fabrikant wird ins Besondere die chemische Natur des Fettschweisses beachten, welche bei der Wollwäsche, und zwar besonders bei der Wahl der Waschmittel, in Frage kommt. Im allgemeinen Interesse, und im speciellen Interesse der Fabrikanten, würde es dann auch sein, wenn dieselben die chemische Zusammensetzung des Fettschweisses in Betreff einer etwaigen Verwerthung näher ins Auge fassen wollten.

In Beziehung auf die Wolle unterscheidet man normalen und fehlerhaften Fettschweiss. Der normale überzieht das Wollhaar mit einer gleichmässigen Schicht, erhält das Haar geschmeidig und schützt es gegen die Einwirkungen des Staubes und der Feuchtigkeit. Ist die zu diesem Zwecke nöthige Menge Fettschweiss nicht vorhanden, so bezeichnet man ihn als fehlerhaft. Er ist dann entweder in zu grosser Menge vorhanden, liegt in dicken Lagen auf den Wollhaaren und verklebt einzelne Haarpartien, kostet unnütz Futter und macht unter Umständen die Wolle nach der Wäsche hart, oder der Fettschweiss ist in zu geringer Menge vorhanden. Die Wolle sieht dann blass und matt aus, fühlt sich rauh an und ist mehr oder weniger brüchig.

Die Bestandtheile des Fettschweisses und Eigenschaften derselben, welche in der Technik in Betracht kommen, machte ich vorzugsweise zum Gegenstande meiner vorliegenden Arbeit und unternahm ich besonders in Rücksicht darauf eine chemische Untersuchung des Fettschweisses der

Wolle. Zu dieser Untersuchung ward mir von Herrn Amtsrath Grieffenhagen auf Weende bei Göttingen im Schmutz geschorene Wolle französischer Merinoschafe bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungen führte ich theils im Laboratorio meines verehrten früheren Lehrers, Herrn Dr. Kraut, in der polytechnischen Schule zu Hannover, theils im Laboratorio des Herrn Professor Baeyer in der Gewerbe-Akademie zu Berlin aus. Ich benutze diese Gelegenheit gern, um des freundlichen Entgegenkommens genannter Herren dankend zu erwähnen.

Die Literatur über den Fettschweiss der Wolle ist eine sehr dürftige.

Vauquelin (Heusinger's Histologie Vol. I. Heft 2) hat nur den in Wasser löslichen Theil des Fettschweisses untersucht. Er fand darin:

fettartige Materie, in Verbindung mit Kali und Kalk,
kohlensaures Kali,
essigsaures Kali,
eine Spur Chlorkalium,
thierische Substanz mit dem eigenen, sonderbaren Geruche des Schafschweisses.

Chevreul zeigt in seinen Arbeiten: „sur la teinture de la laine", dass der Fettschweiss hauptsächlich bestehe aus:

1) in kaltem Wasser löslich:
kohlensaures Kali,
schwefelsaures Kali,
Chlorkalium,
phocensaures Kali (baldriansaures),
Kali mit einer flüchtigen, schwach riechenden Säure,

organische, Stickstoff und Schwefel haltende Materie,
Kaliseifen und
Ammmoniaksalz;

2) in kaltem Wasser unlöslich:
Stickstoff und Schwefel haltende Materie,
2 eigenthümliche Fette.

In dem Journal für praktische Chemie (Band 84, S. 453) fand ich ferner eine Notiz, nach der Chevreul im Wollschweiss ausserdem entdeckte:

kohlensauren Kalk,
phosphorsaure Ammoniak-Magnesia,
ein Silikat und
oxalsauren Kalk.

Ulbricht und Reich fanden (Annalen der Landwirthschaft in den preussischen Staaten 1867 p. 122):

Kaliumsalze, organischer Säuren, unter Anderen: fixer und flüchtiger Fettsäuren (Essigsäure, Baldriansäure, Ameisensäure), Chlorkalium,

geringe Mengen von:

Natron,
Kalkerde,
Talkerde,
Phosphorsäure,
Schwefelsäure,
Kieselsäure,
Salpetersäure und
Ammoniak,

ferner:

verseifbares Fett (Stearinsäure und Oelsäure bei der Zersetzung liefernd), und
unverseifbares Fett.

Ulbricht und Reich theilen in einer Tabelle (ge-

nannte Annalen S. 136 und 137) die Gewichtsmengen mit, in welchen sie genannte Bestandtheile bei 8 verschiedenen Wollen gefunden haben. Hier näher darauf einzugehen, würde zu weit führen.

Ausser diesen Autoren habe ich keine finden können, welche sich mit der chemischen Untersuchung des Fettschweisses beschäftigt haben. Auf das Nähere der Literatur werde ich im Verlaufe meiner Abhandlung eingehen.

Die Wolle enthält die Bestandtheile beider Drüsensecrete ohne Zweifel nur noch theilweise unverändert. Bei einigen Substanzen wird gleich nach ihrer Absonderung eine Aenderung eintreten. Luft, Wasser und Wärme werden auch hier ihren Einfluss üben und befördern, dass durch Einwirkung der einzelnen Bestandtheile auf einander wesentliche Veränderungen stattfinden. Man kann daher die Bestandtheile nicht mehr streng in Sekrete der Schweissdrüsen und solche der Talgdrüsen sondern.

Bei meiner Untersuchung unterschied ich die in Wasser löslichen von den darin unlöslichen Bestandtheilen.

I. In Wasser löslicher Fettschweiss.

Ich übergoss genannte Wolle mit der vierfachen Gewichtsmenge destillirten Wassers von 14° C. und liess sie einige Stunden stehen. Die darauf abgegossene Flüssigkeit war stark braun gefärbt. Aus ihr setzten sich nach einiger Zeit suspendirte, sandige Theile ab, ohne dass sie sich jedoch dabei klärte. Sie ging auch anfänglich trübe durch's Filter. Diese Trübung rührt wesentlich von suspendirten Schüppchen des Oberhäutchens des Haares und der Epidermis. Die später äusserst langsam aber klar durchgehende Flüssigkeit reagirte stark alkalisch. Sie zeigte ein spec. Gewicht von 1,03.

100 Cc. dieser Lösung wurden eingedampft und der

Rückstand verascht. Ich erhielt an Asche: 2,122 Grm., wovon in Wasser unlöslich 0,0535 Grm.
„ „ löslich 2,0685 Grm. waren.

Das in Wasser Unlösliche war grossentheils kohlensaurer Kalk, während das darin Lösliche fast nur aus Kaliumsalzen mit geringer Spur von Natriumsalzen bestand. Durch Titriren fand ich, dass der im Wasser lösliche Theil
1,764 Grm. kohlensaur. Kali enthielt.
Der Rest: 0,3045 Grm. bestand grossentheils aus Chlorkalium nebst Spuren von phosphorsaur. und schwefelsaur. Kali.

Aus obigen Zahlen und der angewandten Woll-Menge berechnete ich, dass vorliegende roh e Wolle durch Ausziehen mit kaltem Wasser:

8,3% in Wasser lösliche, und
0,2% „ „ unlösliche
8,5% Fettschweissasche, oder:

7,06% kohlensaures Kali
1,24% Chlorkalium
8,3 gab.

In Deutschland wird in der Regel noch die Rückenwäsche der Wolle angewandt. Man treibt die Schafe durch einen Fluss oder Bach und bearbeitet ihre Wolle dabei tüchtig mit den Händen. Es wird so der grösste Theil des Schmutzes entfernt, zugleich aber auch der in Wasser lösliche Theil des Schweisses, der, wie wir gesehen haben, reich an Kaliumsalzen ist und welcher für die Landwirthschaft oder für die Industrie nutzbar gemacht werden könnte. Unter den obwaltenden Umständen wird er aber fortgespült und geht daher für den Haushalt der Menschen vollständig verloren. Bei den beträchtlichen Zahlen, welche oben angegeben wurden, ist dieser Verlust in volkswirthschaftlicher Beziehung sehr zu beklagen. Auch er macht die Abschaf-

fung der Rückenwäsche, nach welcher in neuerer Zeit von Seiten der deutschen Landwirthe aus wichtigen Gründen dringend verlangt wird, wünschenswerth.

Ich gehe nun zur Betrachtung der einzelnen Salze über, welche ich im wässrigen Auszuge der Wolle fand.

Kohlensaures Kali.

Ein Theil des Auszuges ward mit etwas Schwefelsäure versetzt und erwärmt. Die dabei entweichenden Dämpfe wurden in Kalkwasser geleitet. Hierbei entstand ein sehr beträchtlicher, weisser Niederschlag, der sich als kohlensaurer Kalk erwies. Eine abgemessene klare Lösung versetzte ich unter Erwärmen so lange mit Schwefelsäure von bekanntem Titre, bis ich auf Lackmuspapier eine entschieden saure Reaction erhielt. Darnach berechnet sich, dass vorliegende schmutzige Wolle 2,9% kohlensaures Kali enthielt.

Das Vorhandensein von kohlensaurem Kali in sämmtlichen Schafwollen hat man allgemein angenommen. Vauquelin und Chevreul wiesen es, wie bereits bemerkt, auch nach. Ulbricht und Reich dagegen theilen mit, dass in den von ihnen untersuchten Wollen kein kohlensaures Kali zu finden gewesen sei, was entschieden auffällig ist. Die dort erhaltenen wässrigen Auszüge müssen sauer reagirt haben, da man vor dem Eindampfen des wässrigen Auszuges, welches zur Bestimmung flüchtiger Säuren stattfand, mit kohlensaurem Natron neutralisirte. Es würde in physiologischer Beziehung interessant sein, die Umstände näher zu untersuchen, unter welchen diese Eigenschaft des Schweisses entsteht. Chevreul gibt an, dass der Schweiss des Hammels entschieden alkalisch, der der Alpacaziegenwolle sauer sei. Ulbricht und Reich nehmen eine Sekretion von kohlensaurem Kali beim Schafe an; dasselbe

wirke aber so energisch auf das Fett und andere Stoffe ein, dass sein Kali als Karbonat nicht nachzuweisen sei. Schon Chevreul hat (Recherches chimiques sur les corps gras) nachgewiesen, dass Fett durch kohlensaures Kali zersetzt werden kann. Dass das kohlensaure Kali während seines Aufenthaltes auf der Wolle auf einen Theil des Wollfetts einwirkt, ist auch mir im Laufe meiner Untersuchungen klar geworden; ich werde darauf an geeigneter Stelle zurückkommen. Aber trotz dieser Einwirkung war noch eine so grosse Menge von kohlensaurem Kali bei der mir vorliegenden Wolle vorhanden.

Von vielen Seiten wird die Sekretion des kohlensauren Kalis bezweifelt; man nimmt an, dass es erst nach der Sekretion, vielleicht aus einem anderen Kaliumsalze, durch Zersetzung entstehe. Die Entscheidung, ob dieses der Fall ist oder nicht, wäre im Interesse der Physiologie wünschenswerth. Bei meiner Arbeit aber kam nicht die Frage der Entstehung des kohlensauren Kalis, sondern die der Wirkung desselben in Betracht. Mit Recht hat man diesem Salze eine nicht unwesentliche Wirkung beim Waschprocesse zugeschrieben. Eine solche Wirkung findet bei der Rückenwäsche Statt.

In der Regel treibt man die Schafe zuerst einmal durch's Wasser, ohne die Wolle auf ihnen schon mit den Händen zu bearbeiten. Man lässt sie dann in diesem Zustande zum sogenannten „Aufweichen" 24 Stunden im Stalle stehen. Die Einwirkung des kohlensauren Kalis auf das Fett wird dadurch verstärkt. Wenn auch die Menge der gebildeten Seife, den übrigen Kaliumsalzen gegenüber, eine geringe ist, so ist sie doch genügend, um, von dem noch vorhandenen kohlensauren Kali unterstützt, bei dem am anderen Tage folgenden Waschen das Ablösen des Schmutzes wesentlich zu befördern.

Das kohlensaure Kali, welches ich in der Asche des

wässrigen Auszuges fand, war also zum Theil als solches bereits vorhanden, zum Theil musste es aus organischen Salzen entstanden sein. Diese erwiesen sich als Kaliumsalze fixer und flüchtiger Fettsäuren.

Kaliumsalze fixer Fettsäuren.

Die Entstehung derselben durch Verseifung des Fettes durch kohlensaures Kali ist schon erwähnt. Die mir zur Verfügung stehende Wolle enthielt nur eine geringe Menge davon. Ulbricht und Reich fanden in 8 verschiedenen Wollsorten, wie ich aus ihrer Tabelle berechne, durchschnittlich 2% (der rohen lufttrocknen, noch ca. 14% Wasser enthaltenden Wolle) an Kali gebundene fixe Fettsäure, welche nach Ulbricht und Reich etwa den siebenten Theil ihres Gewichtes an Kali in Anspruch nimmt. Darnach hätten die Wollen durchschnittlich 2,3% fertig gebildete Seife enthalten.

Kaliumsalze flüchtiger Fettsäuren.

Ich fand, dass in der zur Untersuchung vorliegenden Wolle unter den flüchtigen Fettsäuren zumeist Essigsäure vorhanden ist. Dasselbe geben Ulbricht und Reich von den von ihnen untersuchten Wollen an.

Aus den durch Destillation mit überschüssiger Schwefelsäure erhaltenen flüchtigen Säuren stellte ich durch Zusatz von Barytwasser die Barium-Salze dar. Die concentrirte wässrige Lösung dieser ward so lange mit absolutem Alkohol versetzt, bis eine schwache Trübung entstand. Nach einigen Tagen der Ruhe hatten sich an der Gefässwand schöne grosse Krystalle angesetzt, die mit Alkohol abgespült werden konnten. Das lufttrockene zerriebene Salz verlor beim Trockenen bei 110—120° nur etwas mehr als

1%; es war also ein wasserfreies Salz aus der Lösung krystallisirt. Das so getrocknete Salz enthielt 54% Barium.

Essigsaures Barium verlangt 53,8% Barium.

Die Mutterlauge genannter Krystalle gab nach einigem Stehen eine gleiche Krystallisation. Die Mutterlauge dieser ward zur Trockne verdampft. Der Rückstand ward in Wasser gelöst, filtrirt und wieder eingeengt. In dem bei 110—120° getrockneten Rückstand fand ich einen Gehalt an Barium von 44,4%. Es ist also mindestens eine Säure dabei, deren Kohlenstoffgehalt grösser ist, als der der Essigsäure. Der Geruch dieser flüchtigen Fettsäuren war ein ganz eigenthümlich aromatischer. Leider genügte die erhaltene Menge nicht, um die Säuren einzeln nachzuweisen. Ulbricht und Reich geben an, Ameisensäure qualitativ und Baldriansäure quantitativ bestimmt zu haben. Baldriansäure hat Chevreul bereits nachgewiesen.

Um zu sehen, ob der bei gewöhnlicher Temperatur erhaltene wässrige Auszug der Wolle auch etwas Fett in Auflösung genommen hatte, ward er mit Aether längere Zeit geschüttelt. Dieser nahm nur eine verschwindend kleine Menge eines hellgelben, harzigen Körpers auf, der unverseifbar schien. Das Fett war demnach der mit kaltem Wasser ausgezogenen Wolle verblieben.

Spielen die im wässrigen Schweisse enthaltenen Substanzen: kohlensaures Kali und Seife, bei der Rückenwäsche eine Rolle, so ist dies bei der Fabrikwäsche, bei der man erwärmte Bäder anwendet, in erhöhtem Massstabe der Fall. Sie wirken hier nicht allein Schmutz ablösend, sondern sie nehmen auch von dem, über seinen Schmelzpunkt hinaus erwärmten Fett in Emulsion auf. Ein Versuch belehrte mich, dass, wenn man die Temperatur des Bades ge-

hörig steigert, es gelingt, die Wolle in ihrem eigenen wässrigen Schweisse fast vollständig zu entfetten.

Die Wirkung, welche hartes, das heisst also Calcium- und Magnesium-Salze haltendes Wasser auf das kohlensaure Kali und die Seife der Wolle ausübt, verlangt gebieterisch Beachtung. Wirken jene Salze auf diese an der Wolle haftenden Kaliumsalze ein, so bilden sich hier kohlensaurer Kalk und unlösliche Kalkseife. Es gehen dadurch nicht allein für die Wäsche nützliche Substanzen verloren, sondern es leidet auch die Qualität der Wolle darunter, indem sie grau und unansehnlich wird. Es ist daher anzurathen, das zum Waschen zu verwendende harte Wasser durch den Zusatz einer den vorhandenen Calcium- und Magnesium-Salzen entsprechenden Menge von Soda und Wasserglas „weich" zu machen, das heisst also jene Salze als kohlensaure und kieselsaure vorher zu fällen. —

Was nun die zweite Frage: die beste Verwerthung des in Wasser löslichen Fettschweisses, betrifft, so halte ich nach meinen Untersuchungen, für die Landwirthschaft die Verwendung jener Kaliumsalze als Dünger, für die Industrie die Verarbeitung derselben auf kohlensaures Kali am geeignetsten. Nach den Untersuchungen von Vauquelin, Chevreul und mir kann man wohl annehmen, dass das kohlensaure Kali in den meisten Wollen schon als solches vorhanden ist. Die einzelnen Fettsäuren sind nicht in genügender Menge vorhanden, um auf ihre besondere Gewinnung mit Vortheil Rücksicht nehmen zu können. Bei der Verarbeitung auf kohlensaures Kali halte ich es für vortheilhaft, die Zersetzungsproducte der organischen Substanzen zu gewinnen. Man erhält so ein hell leuchtendes Gas, zum Erleuchten oder zur Feuerung zu benutzen, und einen an festen und flüssigen Kohlenwasserstoffen reichen Theer. In Deutschland wird diese Potaschegewinnung um so mehr an

Wichtigkeit gewinnen, je mehr man dazu übergeht, die deutschen Wollen im schweissigen Zustande auf den Markt zu bringen, wie es bei den ausländischen geschieht und wonach das Streben eines Theiles der Landwirthe Deutschlands geht. Diese Potaschegewinnung wird aber nur mit Vortheil zu betreiben sein, wenn grosse Mengen von derartigen Schweisslösungen zur Verfügung stehen, welches an grossen Wollindustrieplätzen stattfindet. Wird die Schweisslösung an entlegenen, von der Landwirthschaft umgebenen Orten gewonnen, so ist es entschieden am rationellsten, die Lösungen jener Kaliumsalze direct als Dünger zu benutzen. Diese Kaliumsalze bei der Wäsche der Schafe zu gewinnen, wird nur dann möglich sein, wenn man die Thiere in Bassins oder in Bottichen wäscht, was aber, besonders bei grossen Heerden, zu umständlich sein möchte. Leichter wird die Gewinnung sein, wenn man von Seiten der Landwirthe die Rückenwäsche durch eine Maschinenwäsche der Wolle nach der Schur ersetzt, wonach ein anderer grosser Theil deutscher Landwirthe strebt, wie ich durch Herrn Landes-Oekonomierath Spangenberg auf Ohsen bei Hameln, welcher für den königl. landwirthschaftlichen Verein Hannovers augenblicklich Versuche in dieser Richtung anstellt, ausführlich erfuhr.

II. Wollfett.

Der in Wasser unlösliche Theil des Fettschweisses besteht fast ausschliesslich aus Wollfett.

Chevreul, der Einzige, der sich eingehender mit der chemischen Natur des Wollfettes bisher beschäftigte, unterschied darin (Gmelin's organ. Chemie VII. S. 1312, 1866; Rev. scient. I. 368; Compt. rend. 14, 783) durch ihre verschiedene Löslichkeit in Weingeist 2 Fette:

Das eine, bei 60° schmelzend, neutral, in 1000 Theilen Weingeist von 0,805 spec. Gewicht bei 15° löslich, in wässriger Kalilauge nicht verseifbar.

Das andere, bei 15° schmelzend, neutral, in 143 Theilen Weingeist von 0,805 spec. Gewicht löslich, in wässriger Kalilauge verseifbar.

Chevreul erhitzte Wollfett, also das Gemisch dieser beiden Fette, (Journal für praktische Chemie, 27, S. 57.) 125 Stunden mit Kalihydrat und Wasser. Er erhielt keine Lösung. Er mischte die alkalische Lösung mit Phosphorsäure und fand in dem Ausgeschiedenen:

1) 2 in Wasser unlösliche Säuren von verschiedener Schmelzbarkeit, welche in ihren alkalischen Salzen den Harzseifen gleichen.

2) 1 oder 2 neutrale Stoffe, die in Wasser unlöslich sind —

in der sauren Lösung:

eine flüchtige Säure, deren Geruch und andere Eigenschaften an die Phoceninsäure (Baldriansäure) erinnern.

Ulbricht und Reich bestätigten, dass das Wollfett durch Kochen mit Kalilauge sich nur zum Theil löst. Ich gebe hier übersichtlich die Mengen von Fett, welche sie in 8 verschiedenen Wollsorten überhaupt vorfanden und ferner: wie viel Procente davon, beim Kochen mit Kalilauge, nach ihrer Angabe ungelöst zurückblieben, was ich aus ihrer Tabelle berechnet habe.

Folgende rohe, lufttrockene Wollen (bei 100° C durchschnittlich 14% verlierend)

	enthielten an Fett:	von diesem blieb unverseift:
1) Bock, Electoral mit Negretti gekreuzt	22,85%	53,7%
2) Bock, Electoral mit Negretti gekreuzt	28,18%	53,6%
3) Bock, Merino-Francaise-Race	23,35%	62,5%
4) Jährlingsbock, rein französ. Blut	13,03%	81 %
5) Bock, franz. mit Electoral-Negretti	12,69%	76,5%
6) französ. Mutterschaf	20,36%	81,2%
7) Jährlingsbock, engl. Lincoln mit Merino	9,93%	75,9%
8) echt engl. Lincoln-Schaf	8,85%	65,4%
durchschnittlich	17,4%	68,7%

Ich fand in roher lufttrockener Wolle:

französ. Merino-Schafes	12,5%	89,5%

Aus der gebildeten Seife schieden Ulbricht und Reich durch einen sehr geringen Ueberschuss von Salz- oder Schwefelsäure unter Kochen die Fettsäuren ab und versuchten nach Heintz's Methode der partiellen Fällung (Journal für prakt. Chemie, Bd. 66, Heft 1. S. 5.) die Reindarstellung der Fettsäuren, was ihnen aber, wie sie angeben, nur für die Stearinsäure gelang. Ausserdem wollen sie Oelsäure in nicht unerheblicher Menge gefunden haben.

Die in der Literatur gefundenen, oben wiedergegebenen Thatsachen konnten mir bei meiner Untersuchung nur schwache Anhaltspunkte geben. Ich verfuhr dabei schliesslich folgendermassen:

Die mit kaltem Wasser erschöpfte Wolle wurde mit Aether im Mohr'schen Extractionsapparate ausgezogen. Zuerst hatte ich Schwefelkohlenstoff angewandt, der die Wolle

sehr energisch entfettet. Da ich aber mit Aether ein reineres Fett erhielt und da sich die ätherische Lösung auch rascher filtriren liess, so wandte ich mich zu diesem Mittel. Das Filtriren war nöthig, da die Lösung von einer geringen Menge von Epidermisschüppchen und Sand getrübt war. Der Aether ward abdestillirt und das gewonnene Fett so lange auf dem Wasserbade erwärmt, bis es nicht mehr an Gewicht verlor. Dieses dauerte geraume Zeit, da das Fett die letzten Theile des Aethers ziemlich hartnäckig zurückhält. Noch länger dauert es aber, das mit Schwefelkohlenstoff gewonnene Fett von diesem zu befreien.

Das mit Aether gewonnene Fett hinterliess nach dem Verbrennen keine Asche. Es war hellgelb gefärbt, zeigte einen Schmelzpunkt von 30° C. und reagirte neutral.

Um mich nur annähernd zu orientiren, machte ich davon eine Elementaranalyse:

0,262 Grm. des bei 110° von jeder Spur Wasser befreiten Fettes

gaben 0,7745 CO^2. und 0,283 HO.

Das Fett besteht daher aus:

80,6	Kohlenstoff
12	Wasserstoff
7,4	Sauerstoff
100	

Zur weiteren Untersuchung verfuhr ich nun folgendermassen:

270 Grm. dieses Fettes wurden mit 25 Grm. Kalihydrat und der nöthigen Menge Wasser, um eine verdünnte Kalilauge (etwa 10° Baumé) zu bilden, 5 Stunden lang unter Ersetzung des Wassers gekocht. Hierauf wurden etwa 200 Gr. Kochsalz zugefügt. Das Kochen ward so lange fortgesetzt, bis die dadurch zu Natronseife umgebildete Seife nebst dem nicht verseifbaren Fett gehörig auf die Oberfläche gekommen war, bis die Masse, wie die Seifensie-

der sagen, in Platten kochte. Darauf liess ich erkalten; es bildete alsdann die entstandene Seife nebst dem erstarrten Fett einen festen Kuchen. Diesen hob ich ab und kochte ihn am Rückflusskühler mit Aether aus. Das Ganze ward darauf auf ein Filter gebracht und das Ungelöste mit Aether ausgewaschen. Das Filtrat hinterliess beim Abdestilliren eine dunkelgelbe fettige Substanz, welche bei etwa 36° C. schmolz. Von dieser, bei 100° getrockneten Substanz erhielt ich im Ganzen:

241,7 Grm.

89,5% von der Menge des angewandten Fettes waren daher, wie ich bereits anführte, ungelöst geblieben.

Der in Aether unlösliche Theil bestand aus der gebildeten Seife. Auf die Untersuchung der Fettsäuren derselben ging ich nicht näher ein, da das Interesse einer solchen Untersuchung nicht im Verhältniss zu dem grossen Aufwande von Zeit (verursacht durch die dazu unumgänglich nöthige, umständliche Darstellung von einer grossen Menge reinen Materials) stand. Stearinsäure und Oelsäure waren ja auch bereits darin gefunden.

Ich wandte daher meine ganze Kraft auf die Untersuchung des in wässriger Kalilösung nicht löslichen Theiles.

Ich bereitete eine klare Lösung von 70 Grm. Kalihydrat in absolutem Alkohol und goss in diese 150 Grm. des geschmolzenen dunkelgelben Fettkörpers ein. In der Lösung bildete sich dadurch sofort ein voluminöser, krystallinischer, weisser Niederschlag. Das Ganze ward nun am Rückflusskühler 1½ Stunden gekocht. In der Wärme entstand eine klare Lösung. Beim Erkalten gestand dagegen der Inhalt der Flasche zu einem Krystallbrei. Die kochende Lösung versetzte ich nun mit einer kochenden wässrigen Lösung von 40 Gr. Chlorbarium, um die entstandenen fixen Fettsäuren zu fällen. Es entstand ein nicht sehr bedeutender Niederschlag von Barytseife. Die kochendheisse Lösung ward durch einen Wasserbadtrichter filtrirt. Beim

Erkalten erhielt ich aus dem Filtrat eine Menge des krystallinischen weissen Körpers. Dieser ward auf ein Filter gebracht und gehörig mit Wasser ausgewaschen, um das überschüssige Kalihydrat und Chlorbarium fortzuschaffen. Nach dem Trocknen ward er in Aether gelöst. Diese Lösung war durch Chlorbarium und Kali noch trübe. Von der daher filtrirten Lösung ward der Aether abdestillirt. Die zurückbleibende schwach gelb gefärbte, durchscheinende Masse löste sich in kaltem absoluten Alkohol sehr schwer, dagegen ziemlich leicht in kochendem. Die kochend heisse Lösung setzte beim Erkalten schöne, milchweisse Krystalle ab, welche mit absolutem Alkohol gewaschen und zwischen Fliesspapier getrocknet wurden. Sie wurden darauf in viel heissem Alkohol gelöst. Beim langsamen Erkalten der Lösung schieden sich undurchsichtige weisse Krystalle in nicht grosser Menge ab, welche, nachdem sie bei 100° getrocknet waren, bei 110° C. schmolzen. Sie wurden aus Aether-Weingeist noch einmal umkrystallisirt und zeigten, bei 100° wieder getrocknet, den Schmelzpunkt von 112° C. Cholesterin schmilzt bei 137°, ist aber bekanntlich sehr schwer rein zu erhalten, da es selbst nach häufigem Umkrystallisiren aus Aether-Weingeist hartnäckig Fette zurückhält.

Da sich meine Krystalle in ihren Löslichkeitsverhältnissen: unlöslich in Wasser, sehr wenig löslich in kaltem, leichter in heissem Alkohol, noch leichter in Aether, ganz wie Cholesterin verhielten, so wurde ich in meiner Vermuthung bestärkt, dass die fragliche Substanz ein noch nicht ganz reines Cholesterin sei. Ich versuchte daher die beiden von Schiff angegebenen Reactionen auf Cholesterin:

1) Eine geringe Menge der Substanz ward mit einem Tropfen concentrirter Salpetersäure in gelinder Wärme abgedampft, der bleibende gelbe Fleck noch warm mit einem Tropfen Ammoniak übergossen, worauf die Cholesterin-Reaction: eine rothe Färbung, welche durch Zusatz eines fixen Alkalis nicht wesentlich verändert wird, eintrat.

2) Eine Spur der Substanz ward mit einem Tropfen einer Mischung von 3 Vol. concentrirter Salzsäure und 1 Vol. mässig verdünnter Eisenchloridlösung zusammengerieben und vorsichtig zur Trockne verdampft. Die Reaction verlief genau so wie bei einem, daneben mit aus Gallensteinen dargestelltem Cholesterin angestellten Versuche. Die Substanz färbte sich zuerst röthlich-violett, dann bläulich-violett und ward zuletzt missfarbig. —

Von meinen Krystallen hatte ich leider nicht genug zum nochmaligen Reinigen und zur Elementaranalyse.

Aus den Mutterlaugen dieser Krystalle schieden sich durchsichtige schöne Krystalle aus, welche schon unter 100° schmolzen. Ich suchte nun daraus Cholesterin darzustellen, indem ich sie noch einmal mit Kalihydrat und Alkohol kochte. Die nach dem Erkalten ausgeschiedenen Krystalle wurden mit Wasser ausgewaschen, mit Aether aufgenommen und aus Aether-Weingeist umkrystallisirt. Es waren sehr schöne weisse Krystalle. Ich trocknete sie bei 110°, wobei die geschmolzene Masse sich etwas bräunte. Nach dem Erkalten stellte dieselbe eine spröde, durchsichtige, glasige Masse dar, welche nach dem Verbrennen keine Asche zurückliess und bei 91° C. schmolz.

0,252 Grm. dieser Substanz gaben 0,7325 CO^2 und 0,253 HO.,

woraus sich:	79,29	C.
	11,15	H.
	9,56	O.
	100	berechnen.

Die Zahl für den Kohlenstoff weicht ausserordentlich von der des Cholesterins ab, welches, bei 100° vom Krystallwasser befreit, nach der Formel: $C^{26}H^{44}O$

verlangt:	83,87	C.
	11,83	H.
	4,30	O.
	100	

Weit näher kommen die Zahlen denen zusammengesetzter Aether des Cholesterins, in denen die Fettsäure eine flüchtige ist:

Ameisensäure — Cholesterinäther:

$$\left.\begin{matrix} C\,H\,O \\ C^{26}\,H^{43} \end{matrix}\right\} O \text{ verlangt:}$$

81	C
11	H.
8	O
100	

Essigsäure — Cholesterinäther:

$$\left.\begin{matrix} C^{2}\,H^{3}\,O \\ C^{26}\,H^{43} \end{matrix}\right\} O$$

81,18	C.
11,1	H.
7,72	O.
100	

Baldriansäure — Cholesterinäther:

$$\left.\begin{matrix} C^{5}\,H^{9}\,O \\ C^{26}\,H^{43} \end{matrix}\right\} O$$

81,58	C
11,4	H
7,02	O
100	

Von diesen Aethern ist nur der Essigsäureäther bekannt. Man stellte ihn, ebenso wie den Stearinsäureäther, durch Erhitzen von Cholesterin mit der Säure im zugeschmolzenen Rohr dar. Aber auch der Essigsäureäther ist noch nicht rein erhalten; der Schmelzpunkt konnte mir daher keinen Anhalt geben. Den Beschreibungen der Cholesterinäther entsprach meine Substanz in ihren allgemeinen Eigenschaften durchaus. Die dargestellten Cholesterinäther sind ausserordentlich schwer zersetzbar. Beim Kochen mit wässrigen Lösungen der Alkalien werden sie erst in 8—10 Tagen zersetzt. Die Frage, ob vorliegende Substanz ein Aether des Cholesterins sei oder nicht, glaubte ich am besten entscheiden zu können, indem ich die erhaltenen Krystalle mit Kalihydrat im Ueberschuss und absolutem Alkohol im zugeschmolzenen Rohre erhitzte. Ich erhitzte 16 Stunden

bei 100°. Nach dieser Zeit hatte unverkennbar eine Veränderung stattgefunden. Beim Erkalten gestand der Inhalt der Röhre zu einem Brei von sternförmigen Krystallen. Den in der Wärme eine klare Lösung bildenden Inhalt der Röhre brachte ich in ein Kochfläschchen und befreite ihn durch Destillation vom Alkohol. Den Rückstand kochte ich mit Wasser aus und brachte ihn auf ein Filter. Das Filtrat ward mit überschüssiger Schwefelsäure gekocht. Es entwich flüchtige Säure, welche genau so roch, wie das Gemisch flüchtiger Säuren, welche ich aus dem wässrigen Schweisse erhalten hatte. Das auf dem Filter Zurückbleibende ward mit Wasser gewaschen und zwischen Fliesspapier gepresst. Diese Substanz gab beide erwähnte Reactionen auf Cholesterin ausserordentlich intensiv. Durch Umkrystallisation erhielt ich daraus Krystalle, welche den Schmelzpunkt des Cholesterins, 137° C., zeigten. Dies kann mich nur in der Annahme bestärken, dass die analysirte Substanz noch ein Gemisch von zusammengesetzten Aethern des Cholesterins war.

Es schien mir nun interessant zu untersuchen, ob schon beim Kochen mit alkoholischer Kalilösung neben der fixen Fettsäure flüchtige in erheblicher Menge entstanden war. Ich dampfte daher die Mutterlauge der durch das Kochen des Fettes mit alkoholischer Kalilösung erhaltenen Krystalle ein, wobei sich nach dem Verdunsten des Weingeistes von der Substanz jener Krystalle noch Einiges abschied. Die eingeengte wässrige Lösung wurde mit Weinsäure im Ueberschuss versetzt und darauf der Destillation unterworfen. Das Uebergehende reagirte stark sauer und hatte den Geruch eines Gemisches flüchtiger Fettsäuren, in dem der nach Baldriansäure vorherrschte. Aus den so gewonnenen Säuren stellte ich die Barium-Salze dar. Leider erhielt ich aber nicht genug zur ferneren Untersuchung.

Ich glaubte nun mich noch um die Lösung der Frage

bemühen zu müssen: Welcher Alkohol hat sich beim Kochen des Wollfetts in wässriger Kalilauge gebildet?

Die Annahme lag nahe, dass es Glycerin sein würde. Die meisten in dem Thier- und Pflanzenreich vorkommenden Fette sind ja Gemenge von zusammengesetzten Aethern des Glycerins (von Glyceriden der Stearinsäure, Palmitinsäure, Oelsäure u. s. w.), die beim Behandeln mit starken Basen in den dreisäurigen Alkohol, das Glycerin, und in die Fettsäure zerfallen, welche mit Kali in Verbindung tritt, wie z. B. die Zersetzung des Stearins zeigt:

$$\left.\begin{matrix} C^{3}H^{5} \\ 3(C^{18}H^{35}O) \end{matrix}\right\}O^{3} + 3\left\{\begin{matrix} K \\ H \end{matrix}\right\}O = \left.\begin{matrix} C^{3}H^{5} \\ H^{3} \end{matrix}\right\}O^{3} + 3\left\{\begin{matrix} C^{18}H^{35}O \\ K \end{matrix}\right\}O$$

Das Glycerin ist in Wasser löslich. Es war also in der Unterlauge der von mir durch wässrige Kalilauge erhaltenen Seife zu suchen.

Die klare Unterlauge dampfte ich daher auf dem Wasserbade ein und extrahirte die erhaltenen Kochsalzkrystalle mit absolutem Alkohol. Dieser nahm nur eine sehr geringe Menge organischer Substanz auf, die, mit saurem schwefelsaurem Kali gemengt und erhitzt, den charakteristischen Geruch nach Acroleïn nicht gab. Auf diese Weise konnte ich also Glycerin nicht nachweisen. Ich musste mir nun aber sagen, dass sämmtliches, etwa vorhanden gewesenes Glycerin mit den Wasserdämpfen habe entweichen können und konnte mich daher mit diesem Versuch nicht zufrieden geben.

Ich erhitzte daher 20 Grm. des aus der Wolle extrahirten Fettes mit 11 Grm. Bleiglätte unter Zufügung von etwas Wasser und unter Umrühren. Da so nur eine geringe Einwirkung Statt zu haben schien, so schloss ich die ganze Masse mit etwas Wasser in ein Glasrohr und erhitzte dieses 6 Stunden bei 150—170° C. Es hatte augenscheinlich eine weitere Einwirkung stattgefunden, wenn auch ein

Theil des Fettes noch unzersetzt schien. Das Pflaster ward unter Wasser ausgeknetet und in die Flüssigkeit Schwefelwasserstoff geleitet. In dem Filtrat konnte ich Glycerin weder durch die Reaction mit Kupfervitriol und Kalihydrat, noch durch das Auftreten von Acroleïn beim Erhitzen mit saurem schwefelsaurem Kali nachweisen. Ich nehme somit als erwiesen an, dass in dem Wollfett kein Glycerid enthalten ist.

Da ich in der Unterlauge überhaupt nur eine sehr geringe Menge organischer Substanz fand, so musste der entstandene Alkohol ein in Wasser unlöslicher Körper sein. Er war also bei dem ungelösten Fett zu suchen. Die Frage lag nahe: ist er auch Cholesterin? In Verfolg derselben kochte ich das genannte Fett mit heissem Alkohol aus und liess die alkoholische Lösung mehrere Tage in Ruhe. Es hatte sich ein weisses Krystallpulver abgesetzt, welches mit Alkohol gewaschen und dann getrocknet wurde. Es gab beide bereits aufgeführte Reactionen auf Cholesterin. Ich schliesse daraus, dass der bei der wässrigen Verseifung entstandene Alkohol auch Cholesterin ist. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die zusammengesetzten Aether des Cholesterins sich nicht gleich schwer zersetzen. Die leichter zersetzbaren werden schon durch wässrige Kalilauge zerlegt werden. Chevreul fand den leichter schmelzenden, in Alkohol leichter löslichen Theil des Wollfettes in wässriger Kalilauge verseifbar. Es scheinen also die zusammengesetzten Aether des Cholesterins von niedrigem Schmelzpunkt sich leichter zu zersetzen, als die von höherem.

Meinen Untersuchungen entnehme ich, dass das Wollfett aus zusammengesetzten — Aethern des Cholesterins — fixer und flüchtiger Fettsäuren bestehe, welche vollständig erst beim Erhitzen mit alkoholischer Kalilösung im zugeschmolzenen Rohre zu zerlegen sind.

Gern hätte ich die noch viele Lücken zeigende rein wissenschaftliche Untersuchung fortgesetzt, aber, nachdem

ich fast $^3/_4$ Jahre dieser Arbeit gewidmet hatte, rief mich die Industrie, der ich mich gewidmet habe, gebieterisch in ihre Kreise zurück und erinnerte mich zugleich daran, dass die Endaufgabe meiner Arbeit war, die technische Seite des Wollfetts zu beleuchten. Für die technischen Fragen bot mir meine chemische Untersuchung einige Anhaltspunkte.

Betrachten wir zunächst die Eigenschaften des Wollfetts, welche bei der Fabrikwäsche in Betracht kommen. Es soll die Wolle vom Fett bis auf eine geringe Menge (durchschnittlich 3% der reinen Wolle, Karmarsch Technologie Bd. 2. S. 1205), welche der Wolle verbleiben muss, um ihr Sanftheit und Geschmeidigkeit zu ertheilen, befreit werden. Dies geschieht in der Regel mit verdünnten Lösungen von Seife oder Soda, welche durch Einführung von Dampf auf 50—55° C. erwärmt werden.

Entfettet man mit Seife, so sind in der Regel 3 solcher Bäder terrassenförmig aufgebaut. Die zu entfettende Wolle kommt zuerst in das unterste Bad. Da man dasselbe über den Schmelzpunkt des Wollfetts, welcher bei der mir vorliegenden Wolle, wie ich erwähnt habe, bei 30° C. liegt, hinaus erwärmt, so wird das Wollfett flüssig und wird so um so leichter von der Seifenlösung in Emulsion aufgenommen. Es wird dies befördert durch Hin- und Herbewegen der Wolle mittelst eines Stockes. Eine wirkliche Auflösung des Fettes findet, wie ich mich überzeugt habe, nur in sehr geringem Masse statt. Die Wolle gelangt dann, nachdem sie durch 2 Walzen ausgedrückt ist, in das zweite ebenfalls warme, aber schwächere Bad und endlich in gleicher Weise in ein noch schwächeres drittes Bad. Die Hauptmenge von Fett wird sich in dem ersten Bade ansammeln. Ist dieses damit geschwängert, so lässt man es in ein Reservoir abfliessen und lässt dann das zweite Bad in das erste Bassin, das dritte Bad in das zweite Bassin treten und bereitet ein

neues drittes Bad. Die Wolle gelangt so zuletzt immer in das reinste Bad und tritt endlich rein zum Trocknen aus. Auf diese Weise nutzt man die Seife möglichst aus und erhält schliesslich alles Fett in den damit geschwängerten Entfettungslaugen.

Ganz anders verhält es sich bei der Entfettung mit Soda. Man bringt hier die Wolle in eine auf 50° C. erwärmte Sodalösung. Wie wir aus Vorstehendem ersehen haben, so wird ein kleiner Theil des Fettes sich alsdann verseifen. Er ist allerdings ein sehr kleiner, aber er trägt doch dazu bei, um das an der Wolle haftende Fett zu lockern. Der grössere Theil des Fettes geht in Emulsion, ein anderer bleibt an der Wolle in kleinen Kügelchen haften. Die Wolle wird nun aus dem warmen Bade in kaltes, durch Natur oder Kunst bewegtes Wasser gebracht. Die an der Wolle noch haftenden Fettkügelchen erstarren im kalten Wasser und bröckeln durch die Bewegung des fortwährend zu- und abfliessenden Wassers und durch Bearbeiten mit Gabeln, welche Menschenhand oder eine mechanische Vorrichtung bewegt, ab. Bei dieser Methode ist der Umstand gehörig zu beachten, dass die noch anhaftenden Fettkügelchen nur dann vollständig von der Wolle entfernt werden, wenn das Wasser eine niedrige Temperatur hat. Ist das Wasser wärmer als 14° C., so findet das Ablösen des Wollfetts erfahrungsmässig nicht mehr vollständig Statt, und die Wolle kommt nicht in einen für die Verarbeitung wünschenswerthen Zustand.

Eine andere Art von Entfettungsmitteln besteht in Substanzen, welche das Fett wirklich auflösen, schon in der Kälte wirken und welche flüchtig sind, so dass man sie durch Destillation wiedergewinnen kann. Ein solches Mittel, welches am nächsten liegt, ist Schwefelkohlenstoff. Dieser löst das Fett am energischsten auf und siedet schon bei 47° C. Er hat sich aber in der Industrie nicht bewährt. In Elbeuf, sowol als in Verviers, diesen beiden

bedeutenden Tuchfabrikationsplätzen, hat man industrielle Versuche damit gemacht, welche negative Resultate gaben. Auf einer Reise durch Belgien und Frankreich, welche ich zum Studium der Wollwäsche unternahm, hatte ich Gelegenheit, aus competenten Quellen Notizen über diesen Gegenstand zu sammeln. Die rohe Wolle ward in wohl gedichteten gusseisernen Gefässen etwa 5 Minuten mit Schwefelkohlenstoff in der Kälte digerirt. Der mit Fett beladene Schwefelkohlenstoff wurde dann durch Dampf abgedrückt und die Wolle durch warme, mittelst eines Ventilators rasch erneuerte Luft getrocknet. Der Schwefelkohlenstoff ward vom Fett abdestillirt und so wieder von Neuem benutzt. Ein beträchtlicher Verlust an Schwefelkohlenstoff ist trotz aller Vorsichtsmassregeln in Betreff der Dichtung der Apparate unvermeidlich. Herr Chaudet, der einstige Besitzer jener nicht mehr bestehenden Anstalt in Elbeuf gab mir an, dass er während eines Betriebes von 18 Monaten 8000 Kilogramme Schwefelkohlenstoff verloren habe. Jene Anstalt erlag der Opposition, die man ihr, wie Herr Chaudet selbst sagte, mit Recht machte, indem man fand, dass der Schwefelkohlenstoff zu viel entfette, die Wolle dadurch trocken, spröde werde und in Folge davon beim Spinnen breche.

Durch eigene Versuche habe ich mich überzeugt, dass Schwefelkohlenstoff die letzten Reste von Fett der Wolle entzieht und ausserdem bei höherer Temperatur, welche doch zum Abblasen desselben nöthig ist, zersetzend auf die Schwefelverbindung der Wolle einwirkt.

Ich habe mit verschiedenen anderen flüchtigen Flüssigkeiten Entfettungsversuche gemacht, dabei stets möglichst gleichartige Wollstücke genommen und dann den Verlust der Wolle ermittelt, den sie dadurch erlitt. Ich gebe die Zahlen hier wieder, da sie ein Bild von den Löslichkeitsverhältnissen des Wollfetts, diesen Flüssigkeiten gegenüber, geben.

Es wurde die Wolle entfettet und dann in Wasser abgespült und verlor:

bei Schwefelkohlenstoff	60 %
Benzin	58,8%
Aether	55,2%
Alkohol	52 %

Alkohol ist entschieden ein zu schlechtes Entfettungsmittel. Der Anwendung des Aethers steht seine grosse Flüchtigkeit entgegen. Dagegen scheint mir die Entfettung mit Benzin zweckentsprechend. Noch eine andere flüchtige Essenz wird vom Chemiker E. F. Richter in Berlin, der darauf im Sommer 1867 ein Patent nahm, zum Entfetten angewandt und ist bereits in einigen Tuchfabriken eingeführt. Es wäre wünschenswerth, dass sich ein solches Entfettungsmittel Bahn bräche, da es in der Kälte anwendbar, da ein Wiedergewinnen desselben zum grossen Theile möglich ist und dabei das Fett auch im Grossen, wie ich mich selbst überzeugt habe, in einem sehr reinen Zustande gewonnen werden kann.

Damit bin ich denn bei der letzten technischen Frage angelangt: Welches ist die beste Verwerthung des Wollfetts?

Schreiten wir zuerst zur Gewinnung des Fettes aus den gebrauchten Entfettungslaugen. Es gibt zwei Wege, letztere zu verwerthen:

1) Man versetzt die Laugen mit Kalkmilch, wodurch aus der löslichen Alkaliseife unlösliche Kalkseife entsteht. Man bringt dann den Schlamm auf Ackerland. Die löslichen Alkalisalze ziehen mit dem Wasser in den Boden. Auf der Oberfläche bleibt die Kalkseife mit dem unverseiften Wollfett zurück. Die von der Erde abgehobenen, getrockneten Kuchen können mit Vortheil zur Gasfabrikation verwandt werden.

2) Man setzt zu der Lauge eine zur Zersetzung der

vorhandenen Seife nöthige Menge Schwefelsäure und erwärmt durch einströmenden Dampf. Die ausgeschiedene Fettsäure sammelt sich mit dem unverseiften Fette auf der Oberfläche und kann abgeschöpft werden. Man gewinnt so ein braunes, verunreinigtes Fett, welches hie und da schon zur Bereitung von Leuchtgas Verwendung findet.

Durch die Güte der Herren Forstmann und Huffmann in Werden a. d. Ruhr erhielt ich eine Quantität des auf diesem Wege industriell gewonnenen Wollfetts. In der Tuchfabrik dieser Herren war dasselbe aus Entfettungslaugen gewonnen, die ursprünglich aus Lösungen von Soda und Seife bestanden. Das vorliegende Fett enthielt daher nicht nur Wollfett, sondern auch die aus der angewandten Seife abgeschiedene Fettsäure. Ich behandelte 25 Grm. davon mehrfach mit Schwefelkohlenstoff und gewann aus dem Filtrat 19 Grm. gebräuntes, bei 34—35° schmelzendes Fett. Ich erhielt 6 Grm. unlösliche Theile, welche aus Sand, Wollhaarpartikelchen etc. bestanden. Das Fett enthielt daher

76%	Fett
24%	Sand, Wollhaarpartikelchen etc.
100	

Von dem so gereinigten Fette verseiften sich in Kalilauge nur 60%.

Das durch Sand etc. verunreinigte Wollfett ist ein vortreffliches Material zur Gasbereitung für kleinere Gasanstalten, so z. B. für solche vereinzelter Fabriken, da das Gas eine sehr hohe Leuchtkraft hat und nur eine geringe Reinigung erfordert, denn es können ja Ammoniak und Schwefelwasserstoff nur in sehr geringer Menge aus der kleinen Quantität Wollhaarpartikelchen, welche dem Fette beigemengt sind, entstehen. Aus der chemischen Zusammensetzung kann man nicht direct auf die Ausbeute an Leuchtgas schliessen, doch zeigt eine Vergleichung der Analyse des Wollfetts mit der einer Kohle, dass bei ersterem auch die quantitative Ausbeute eine beträchtlich höhere sein muss.

Eine mittlere deutsche Steinkohle, wovon 100 Pfund 310 Cub.′ (engl.) Gas gaben, bestand aus:

70,902 C.
4,641 H.
9,862 O u. N.

Nach meiner Untersuchung besteht das reine Wollfett aus: 80,6 C.
12 H.
7,4 O.

Die Herren Forstmann und Huffmann waren so freundlich mir im Interesse der Wissenschaft ein grösseres Quantum von Wollfett zur Verfügung zu stellen. Ich habe dasselbe der Gasanstalt zu Hannover zu einer Ermittlung der Ausbeute und der Leuchtkraft gegeben. Leider war aber diese Anstalt bislang nicht in der Lage den Versuch anzustellen, zu dem ein besonderer kleiner Apparat nöthig ist, was ich um so mehr bedauere, da ich ermittelte Zahlen gern hier aufgeführt hätte.

Soll das unreine Fett zu anderen Zwecken gebraucht werden, so ist eine Befreiung von jenen sandigen etc. Theilen nöthig. Eine Reinigung des Fettes durch Schwefelkohlenstoff ist im Grossen nicht anzurathen, da es zu weitläufig und zu theuer sein würde.

Hier wird am besten die Reinigung geschehen, wenn man das Wollfett in Presstüchern unter eine starke Presse bringt und während des Pressens Wasserdampf dem Fette direct zuleitet. Das flüssige Fett wird mit dem condensirten Wasser abfliessen, die fremden Substanzen werden als Presskuchen zurückbleiben. Diese Presskuchen werden noch mit Vortheil zur Gasbereitung zu verwenden sein.

Was nun die technische Verwendung dieses gereinigten Wollfetts betrifft, so scheint auf den ersten Blick eine Verwerthung zu ordinären Seifen angemessen. Wenn wir aber die vorhin dargelegte chemische Natur des Wollfetts

berücksichtigen, wonach es sich eben nur zum kleinen Theile verseift, so müssen wir diese Verwendung für durchaus irrationell erklären. Es kommt auf diese Weise nicht allein ein bedeutender Theil des Wollfetts nicht zur Anwendung, sondern dieser nicht verseifte Theil schadet geradezu, indem er die Fähigkeit der Seife, Fett in Emulsion aufzunehmen, worin doch ihre Hauptwirkung besteht, im Verhältniss zu seiner vorhandenen Menge vermindert.

Zur Kerzenfabrikation ist das Wollfett allein nicht zu verwenden, da sein Schmelzpunkt zu niedrig liegt und es, wie mir eine kleine selbstgemachte Kerze zeigte, mit stark russender Flamme verbrennt. Es muss daher noch einen geeigneten Zusatz erhalten.

Die beste Verwendung des vorliegenden gebräunten, gereinigten Wollfetts scheint mir die als Schmiermittel, wie Wagenschmiere, Einfetten des Rossleders etc., zu sein. Hier ist seine schwere Zersetzbarkeit sehr günstig. Es trocknet nicht ein und wird nicht klebrig.

Wird das Wollfett auf industriellem Wege mittelst einer flüchtigen Flüssigkeit, wie Benzin, gewonnen, so wird es einer besseren Verwerthung fähig sein. Mit einem geeigneten Zusatze würde man solches selbst zum Maschinenschmieren benutzen können, für welche Verwendung die Eigenschaft des Wollfetts besonders günstig hervortreten würde, dass es keine freie Säure enthält. Vielleicht würde ein solches Fett auch in der Sämischgerberei Eingang finden, wo man bislang Thran, von einem durchschnittlichen Werthe von 15 Thlr. p. Ctnr., anwendet.

Diese Abhandlung kann ich nur mit dem Wunsche schliessen, dass fernere chemische Forschungen über den Fettschweiss der Wolle der Wissenschaft Interessantes, der Industrie Nützliches liefern mögen.

Berlin im Juli 1868.